

アナログプリント基板設計システム I C A D / P C B

Printed Analog Circuit Board Design System ICAD/PAB

川 西 友 彦⁽¹⁾ 藤 原 哲 男⁽²⁾ 盛 山 豪⁽³⁾
Tomohiko Kawanishi Tetsuo Fujiwara Takeshi Moriyama

池 信 博 光⁽⁴⁾
Hiromitsu Ikenobu

要 旨

近年、市場ニーズに対応した製品開発の要求がますます激化の傾向にある。

このような中で、当社は開発設計業務の効率化と品質工場をねらいとして、昭和58年4月にスタンドアロン型アナログプリント基板設計用CADシステムを導入し、その後、昭和62年9月に、大型計算機をCPUとしたメインフレーム型CADシステム「I C A D / P C B」へ順次移行し、以来、着実に成果をあげつつある。

そして現在では、高密度実装や高精度仕上り等を実現させるためには、本システムは欠くことの出来ないものになってきている。

ここでは、このアナログプリント基板設計システム I C A D / P C B の導入の経緯や運用事例等を紹介する。

The demand for developing products corresponding to the market needs is increasing in these years.

In our effort to cope with such demand, our company has introduced, in April of 1973, a stand-alone CAD system to assist designing of printed analog circuit boards.

The system has been gradually updated eventually to become, in September of 1977, a CAD system running on a mainframe computer, called ICAD/PCB system.

This ICAD/PCB system is now playing an essential role in achieving a high packaging density and a high level of precision in finishing printed circuit boards.

The details concerning the introduction of ICAD/PCB, a printed analog circuit board design system, and several of its applications are explained in the following sequence.

(1)～(4) 技術システム開発部

1. ま え が き

近年、当社をとりまくカーオーディオ業界の環境は、自動車産業の低成長化、ホームオーディオメーカーの参入、エレクトロニクス技術の革新などにより、一段と競争が激化している。

このため、市場ニーズに即応した製品をタイムリーに開発し、供給することが不可欠である。

とりわけ、当社の製品開発設計での主要なウェイトを占めているプリント基板（以下P_t板と略す）設計は、製品の多様化、小型化、高性能化、低コスト化傾向などの影響を強く受ける。

このP_t板を効率よく設計し、かつ全社的なデータベースが構築できるようにするためメインフレーム型アナログP_t板設計システムI C A D / P C B（INTEGRATED COMPUTER AIDED DESIGN / PRINTED CIRCUIT BOARD）を導入した。

ここでは、I C A D / P C Bシステムの導入の経緯から、システム概要、設計業務への適用、効果等を事例を交えて紹介する。

2. 導入のねらい

エレクトロニクス技術の革新は、近年めざましいものがあり、この中でもコンピュータ技術の応用としてC A D（COMPUTER AIDED DESIGN）システムが注目されるようになってきている。

ここではまず、現在の設計の位置づけを説明する。

図-1のとおり、顧客のニーズは営業が受け付け、このニーズを自社に必要な情報に分解し、製造部門にその情報を分配する。

つまり、製品仕様を原料として供給してやれば製造に必要なすべての情報が出力として、でてく

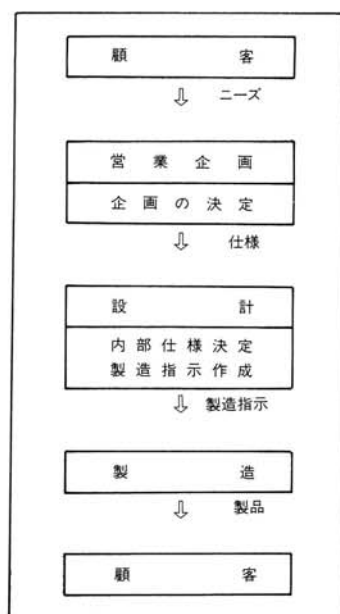


図-1 設計の位置づけ

Fig.1 Particularity of design process

ればよいことになる。

DA（DESIGN AUTOMATION）という言葉には、人間のこのような夢が託されている。

一部の限られた市場、特に機能モジュールを組み合わせるだけで製品の仕様が決定できるような商品であれば、この夢は現在でも実現する可能性はある。

しかし、設計には人間の判断と経験が必要であるため、現在の設計作業は、ほとんどが人の頭脳と人の手によってなされているのが現状である。

かといって設計部門への人間の投入には限界がある。

では、どうすればよいのであろうか。

設計を機械化、合理化する以外に方法はない。

設計の機械化の道具がC A Dであり、完全な自動化設計が不可能としても、設計の道具としてコンピュータを利用するのである。

人間には判断、経験、という重大な役割を果たしてもらい、コンピュータの持つ正確さ、高速演算、大量記憶、反復作業の容易さ等を道具として使うことが重要でありCADの意味もここにある。

さて、これらCADの持つメリットをうまく生かす分野として、電気機器、精密機械、設備工事等があるが、とりわけ電気機器におけるP_t板設計は、図-2に示すように高い実装密度と精度が要求されるようになり、これらを実現するにはCAD利用が不可欠なものになってきている。

一方、激化する製品開発競争の中で、製品を高品質、低コストでかつタイムリーに供給するためにも、設計の自動化、効率化は必須条件になってきている。

これらの諸環境の中で、昭和62年、P_t板設計

の効率化、品質の向上を図るためシステム拡張性に優れたI CAD/PCBシステムを導入した。

3. 導入の経緯

3.1 システム検討

最初に導入したスタンドアロン型CADシステムにおいては、端末台数やデータ格納容量等に限界があったので、これらの問題点に対応する為、大型計算機をCPUとしたメインフレーム型CADシステムに的を絞った。

ちょうどこのころ、I CAD/PCBがバージョンアップされ、機能が大幅に向上していたのでアナログP_t板設計でのテストを行い機能および適用範囲の検討と投資効果分析を実施した。

そして、これらの調査結果から、I CAD/PCBを導入するに至った。

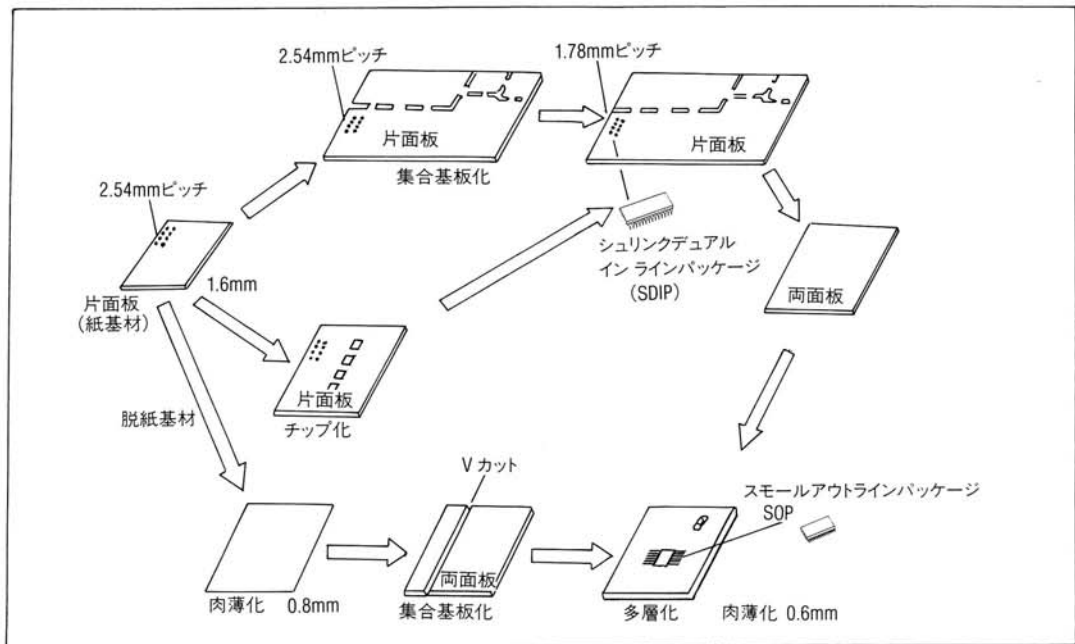


図-2 実装密度の変遷

Fig.2 Historical improvement of packaging density

3. 2 導入準備

3. 2. 1 標準化

ICAD導入直後から、迅速なシステムの立ち上げを行うため、システム導入前に部品の標準化を徹底して行った。

また社内発行図面における各種フォーマットについても、設計部門と共同で、プロジェクトチームを結成し、短期間に集中してフォーマット作成を行った。

3. 2. 2 適用業務

ICADのメリットであるデータの一元化を図るため、設計部門のみならず、製造技術やサービス部門等の後工程においてもICADデータが有効活用できることを最初からねらいとした。

3. 2. 3 仕入れ先との調整

当社仕入れ先各社と、アートワークデータおよびNCデータについてのフォーマット調整を実施した。

基本的には、当初使用していたスタンドアロン型CADシステムのものを流用したが、ランド径コード(Dコード)については、各仕入れ先毎に不統一であったものを統一した。

3. 3 初期運用

3. 3. 1 試行

システム導入後、システム上および運用上の問題点を洗い出すため、すべてのICAD機能をチェックし、抽出した問題点をひとつひとつ、つぶしていった。

3. 3. 2 運用上のルールの確立

ICAD/PCBでは、設計者自身が端末を操作するオープン運用体制を採用した。

これは、従来、女性専任オペレータによるクローズ運用体制であったが、蓄積した設計ノウハウを有効に使いこなすにはオープン運用の方が適切と

判断したことによる。

一般にオープン運用の場合、不特定多数の設計者が使用することになるため、運用ルールを明確に定めておかないと、運用自体がルーズになりかねない。

そこで、運用初期の段階から、利用可能時間帯休日での利用方法、ファイル名発番ルール等を運用マニュアルとして定め、設計者に対してマニュアル遵守を強くアピールした。

3. 3. 3 操作教育

上述の如く設計者自身による操作としたので、設計者を対象として操作教育を実施した。

この際、設計者の忙しい合間をぬっての教育のためスケジュール調整を十分行い、当社独自の教育マニュアルを作成し、入力サンプルが完成するまで徹底的にサポートした。

4. システム概要

4. 1 システムの特徴

以下にICAD/PCBの主な特徴を示す。

1) 総合設計システム

回路図設計からアナログPtl板設計、製造データ作成まで一貫して行うことのできる総合設計システムである。

2) 豊富なアナログ設計機能およびチェック機能
スムージングおよびテーパーづけなどの自動化機能や設計編集機能に加え、豊富なチェック機能を有する。

3) CAMとの結合

アートワーク、ドリル、各種インサタとのデータ結合が容易である。

4) 日本語サポート機能

日本語サポート機能により、製造部門への設計情報の伝達や保守用図面(サービスマニュアル)

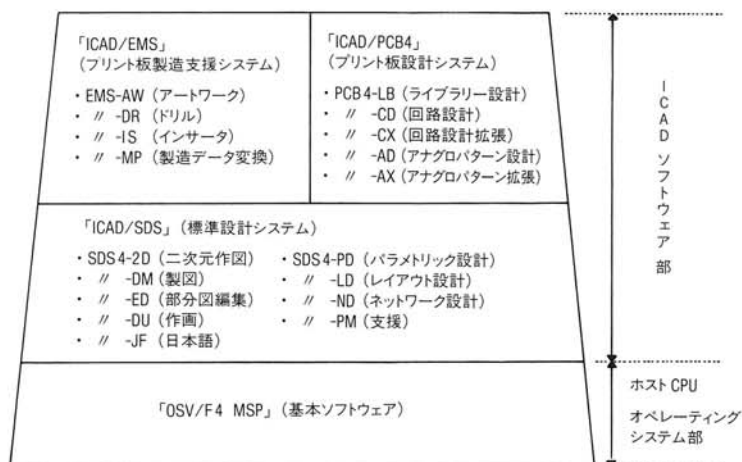


図-4 I CADソフトウェア構成

Fig. 4 I CAD software configuration

5. 運用

5. 1 設計への適用

5. 1. 1 I CAD運用体系

I CADの運用体系は図-5に示すとおりであり商品企画から試作、量産へ移行していく過程において、回路およびP t板設計におけるI CADの役割を示している。

この図からわかるように当社の製品開発は、試作から量産に至るまでに数回の段階を経ている。

したがって、初期の段階でI CADにデータ入力しておけば、次段階以降はこのデータに修正を加えていくだけで対応可能となる。また、既存のデータをコピーして、それに修正を加えることにより類似機種への展開が極めて容易となる。

次に、I CADデータがP t板加工のみならず関連各部門にて活用されていることを表現したフローを図-6示す。

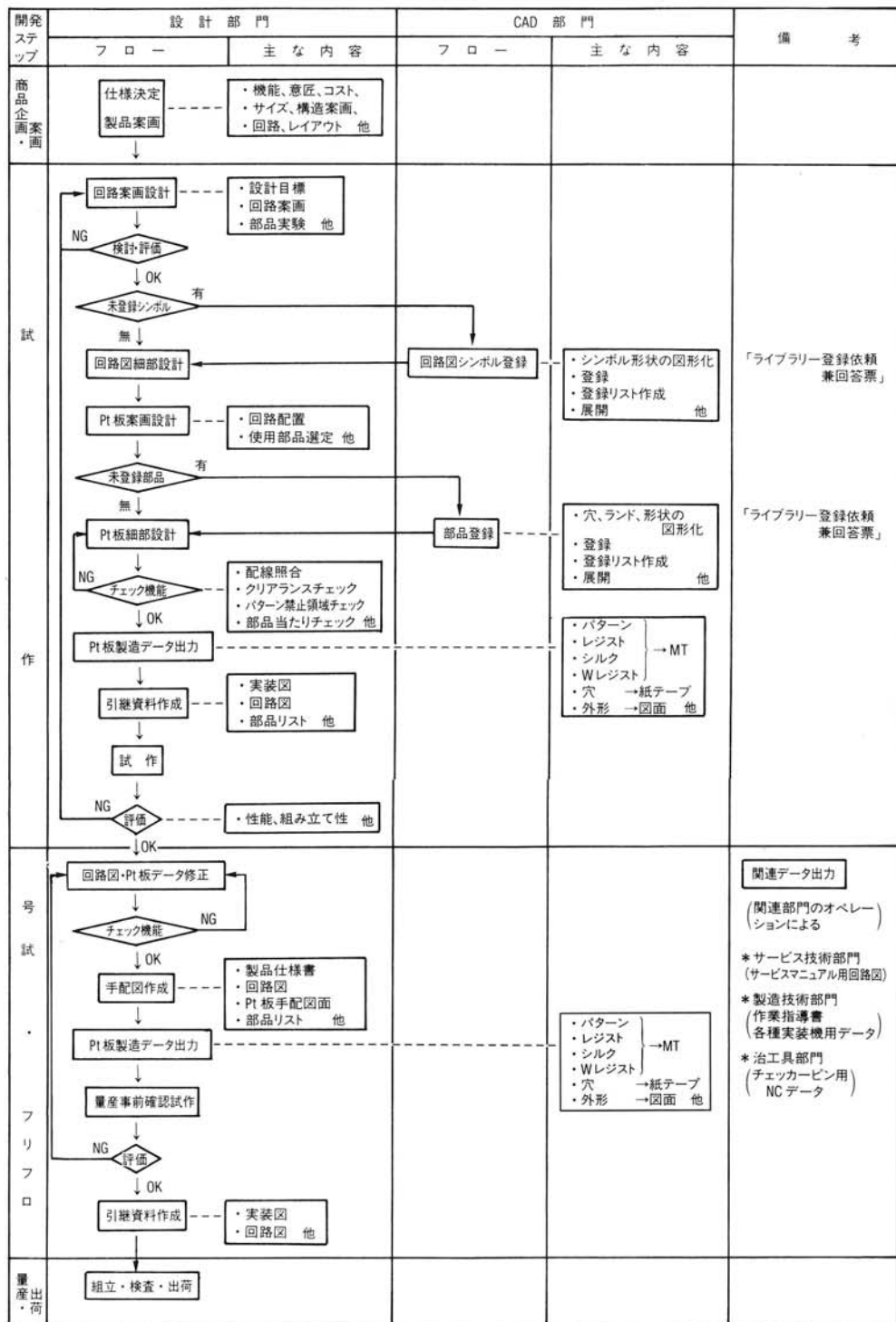
このフローから、設計者が入力したデータが、全社的に有効活用されていることがわかる。たとえば、サービスマニュアルに使用している回路図

はI CADデータから出力した図面をほぼそのまま利用している。従来、設計者が作画した回路図を、サービス部門が再トレースしていたことにくらべると大幅な工数削減になっている。

5. 1. 2 当社P t板設計の特徴

当社製品のP t板設計は、主としてアナログP t板設計である。これに対し、デジタルP t板の場合は、パターン経路による性能への影響を受けることが少ないので、CADシステムによる部品の自動配置および自動配線を比較的容易に行うことができる。

しかし当社主力製品は、車載用オーディオ製品であり、耐振動性能、耐温・耐湿性能、耐雑音性能などが重視される。例えば、オルタネータ、イグニッション等に起因する雑音は電源回路から混入しやすい。これらの影響はP t板設計の手法により低減させることは可能であるが、部品配置パターンの引き回し、線幅等の各設計者の持つノウハウに負うことが大きく、CADシステムでの自動設計対応を困難にしてきた。



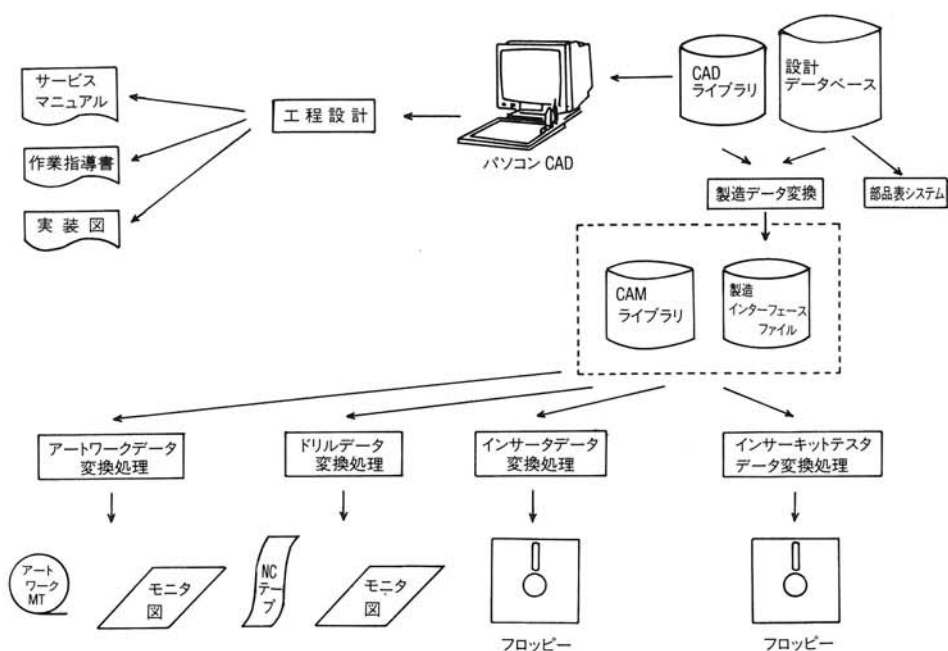


図-6 I-CADデータ活用フロー
Fig. 6 Flow of using I-CAD data

しかし、最近の傾向として、製品の小型化、多機能化の方向にあり、それに伴い P t 板も小型、高密度化が進んでいる。これを実現する方法としてファインパターン化、P t 板の多層化、部品の小型化、両面実装化などがあげられるが、従来の人手によるアートワークでは対応がますます困難になりつつあり、対話設計ではあるが、C A D の必要性が叫ばれるようになった。

5. 2 P t 板設計機能

5. 2. 1 強力な編集機能

I C A D には、下記に示すような強力な編集機能があり、これらをうまく活用することにより、効率的な入力作業が可能となっている。

- ①パターンの幅寄せ編集
- ②クリアランスを考慮した束線の一括入力、一括接続
- ③輪郭パターンに追従する領域パターン
- ④配線パターンを保持したままの部品移動

⑤ドラッキング機能

⑥ラバーバンド機能 他

5. 2. 2 回路照合

I C A D で設計する上での大きなメリットとして、回路照合がある。これは回路図から回路の結線情報を抽出して P t 板上でのパターンのひきまわしと照合させることであり、これによってパターンのつなぎ忘れ、過剰配線をなくすることが可能となる。

図-7 は、P t 板において未結線であることを示すリスト出力例であり、この場合 R 10 の 2 番ピンと I C 5 の 4 番ピンが本来つながっているべきであることを示している。

同様に、図-8 では、本来つながっているはずの結線状態を示しており、この場合、I C 1 の 2 番ピンと R 2 の 1 番ピンが余分なパターン配線である。

一方、これらの情報は、端末の画面上において

No.	NEXT	LINE	PIN
1	(R10.2	————	IC5.4)
2	(C2.1	————	R11.2)

図-7 未結線リスト出力例

Fig.7 Output of unconnected wires example

No.	EXTRA	LINE	PIN
1	(IC1.2	————	R2.1)
2	(R1.1	————	R3.2)
3	(C1.1	————	R1.2)

図-8 過剰配線リスト出力例

Fig.8 Output of extra wires example

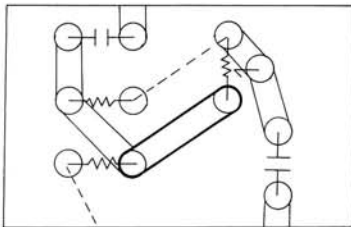


図-9 回路照合結果表示例

Fig.9 Display of circuit verification results example

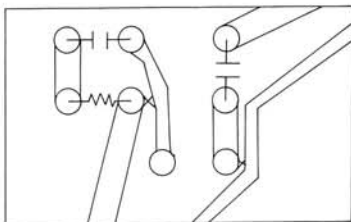


図-10 クリアランスチェック表示例

Fig.10 Display of clearance check results example

も参照することも可能であり、図-9にその例を示す。図中、点線部分が未結線部分を示しており、太線が過剰配線部分を示している。(実際の画面上では、過剰配線部分が赤色表示される。)

これらの機能を有効活用することにより、ミスのない設計が可能となっている。

5. 2. 3 各種チェック

I C A Dにおいては、上述の回路照合の他に、下記に示す様なチェック機能がある。

- ①クリアランスチェック
- ②部品高さチェック
- ③部品衝突チェック
- ④部品配線禁止チェック
- ⑤配線禁止チェック
- ⑥シルク、レジスト重なりチェック 他

これらの中で、代表的なものとして、クリアランスチェックについて説明する。

一般に、P t板設計基準においては、はんだブリッジ防止のため、最小パターン間隔が定められているので、異常に接近しているパターンについては、画面上にX印を表示し、設計者に警告を与えるものである。図-10にその例を示す。

5. 2. 4 他システムとの連携

当社には、I C A Dシステムをはじめとして、数種類のC A Dシステムが稼働しているが、とくにI C A Dとの関連が深いC A D A MシステムとA U T O C A Dシステム間でオンラインによるデータ授受を実現し、大きな効果をあげている。

主な内容は以下の通り。

1) C A D A Mシステム

本システムはメインフレーム型機構設計用C A Dシステムであり、主に本システムで設計したP t板外形データをI C A Dにて利用している。

2) A U T O C A Dシステム

本システムはパソコン型電気および機構設計用CADシステムであり、ICADで作成した回路図やPtb板データを後工程であるサービス部門や製造技術部門等で活用している。

5. 3 プログラム開発

当社にて、開発・運用している主なプログラムを以下に示す。これらは、設計部門からのニーズ等を反映させており、運用管理・設計の効率化に大いに役立っている。

5. 3. 1 運用関連

1) 稼働状況管理プログラム

ICADから得られる様々なデータを元に、ICAD端末稼働状況やバッチプログラム動作状況等を集計し、一覧表として出力するプログラムである。

2) バックアップデータ検索プログラム

定期的の実施しているバックアップデータの中に、復元したいデータが存在するか否かを確認し自動的に復元させるプログラムである。

3) ライブラリ情報検索プログラム

現在、ライブラリー登録されている部品データを、ICAD端末ではなくて、通常のホスト端末から検索するためのプログラムである。

5. 3. 2 設計の効率化

1) ガーバーイン

他社CADシステムで作成したPtb板データを、ICADシステムの背景データとして取り込み、その上からなぞることにより、初期入力工数を約30%短縮するプログラムである。

2) タブレットメニュー

オペレーションを簡易にするため、いくつかのコマンドを組み合わせ、タブレットメニューに設定し、オペレーション効率向上を図るプログラムである。

3) 部品情報処理システムとの関係

ICADで作成した回路図やPtb板データから、部品情報を抽出し、自動的に部品表を作成するプログラムである。

5. 4 関連部門でのデータ活用

5. 4. 1 製造技術部門

ICADで設計したデータから、作業指導書に使用する実装図情報や、各種実装機用MC情報を抽出し、有効活用している。特に、実装機用MC情報については、従来、設計部門において設計原図から読み取ったXY座標リストを製造技術部門においてキー入力していたものが、オンラインによる情報伝達が可能となり、効率能力良いかつミスのない作業が実現している。

5. 4. 2 サービス技術部門

サービス技術部門においても、サービスマニュアルに記載する回路図のために、ICADデータから回路図面データを引き出し、一部修正することにより、従来外注に依存していたトレース作業をほとんどなくすることが可能となった。

5. 5 標準化

5. 5. 1 部品

標準化の推進は、ICAD利用の有無に関係なく設計業務の効率改善のひとつの手法であるが、とりわけICADを有効に使う上において、非常に重要な意味を持つものである。

まず部品関係であるが、これは前述の導入準備の項で述べたとおり、システム導入前に標準化プロジェクトを結成し、当時代表的な数種類の機種から標準部品を整理・集約した。

しかし、近年の急激な技術革新により、新規部品も次々に採用されているので、必要に応じて、追加登録している。

一方、設計者が参照したい時にペーパーではなく

て、画面上ですぐ検索できることも重要であり、システム開発を急いでいる。

5. 5. 2 回 路

回路の標準化については、いかにして使用頻度の高い回路ブロックを整理・統合し、I C A Dへ登録するかが重要である。これにより、設計者は必要な回路ブロックをデータベースから呼び出し効率よく最適レイアウトおよび結線することが可能となる。

現在、比較的標準化をおこないやすいパワーアンプ回路等において実施している。

5. 6 設計ニーズへの対応

I C A Dを効率よく設計者に利用してもらうには、設計者のニーズをうまく取り入れる必要があり、このため各種会議、提案システムを利用している。

1) I C A D推進会議

I C A Dに関する様々な運用上の問題点の解決や標準化の推進等のため、当課が主体になり、月1回のペースでI C A D推進会議を開催している。

ここでは、設計各部門から選出されたI C A D推進メンバーと共に、積極的な意見交換を行い成果を得ている。

2) 富士通との定例会

I C A Dを含めた当社全計算関連システムについて、富士通と定期的な打合せの場を利用して、OA化の推進等、トータル的なシステム構築に大いに役立たせている。

3) 提案システム

I C A Dについて、設計者からの要望をシステムに反映させるため、「I C A D検討依頼書」や「改善工夫提案書」を有効活用している。

6. 効 果

6. 1 定性効果

I C A D導入により得られている定性的効果のうち主なものを以下に示す。

1) 強力なチェック機能

回路照合、クリアランスチェック等により設計ミス、凡ミスが減少した。

(約2～3件/Pt板1枚当たりの平均)

2) 設計者の単純作業からの解放

設計者の単純なアートワーク作業をI C A Dで対応することにより、設計者の製品検討や評価を行うような知的作業時間が増加した。

3) Pt板仕上がり精度の向上

金型とフィルムとのズレが手作業とくらべ0.15mmから0.06mmに改善された。

4) 図面品質の向上

くせ字やくずし字が全くなり、読み取りミスが解消された。

6. 2 定量効果

一方、工数面でみると、初期入力の手作業時に比べ、やや工数が増加しているが、試作から量産までのステップを重ねることにより前回入力データが活用されたり、関連部門でのデータ利用により手作業時に比べトータルで約30%工数短縮が実現した。

さらに、設計の標準化や既存ライブラリーの有効活用により、より一層の効率アップが期待できる。

7. 今後の展望

今後、I CADシステムをより効率よく運用するために、下記に示す内容を実現していきたい。

1) 運用面での改善

- ① 回路ブロック等の標準化の推進
- ② オペレート習熟度の向上
- ③ レスポンスの改善 他

2) システム機能の改善

- ① 多層 Pt 板への対応
- ② アナログ Pt 板の自動配線の実用化
- ③ 部品ライブラリーの全社的検索システムの構築 他

8. おわりに

最後に大型コンピュータのシステム運用、設計支援方法等について、システム環境の早期整備に努力していただいた富士通西支社、富士通九州システムエンジニアリングのSE諸氏に厚く感謝の意を表したい。

参考文献

- 1) 電子技術別冊、実装技術シリーズ、日刊工業新聞社、(1990-6月号)
- 2) 富士通ジャーナル、Vol.13、No.4、(1987)
- 3) CAD/CAM活用ガイドブック、工業調査会、(1985)